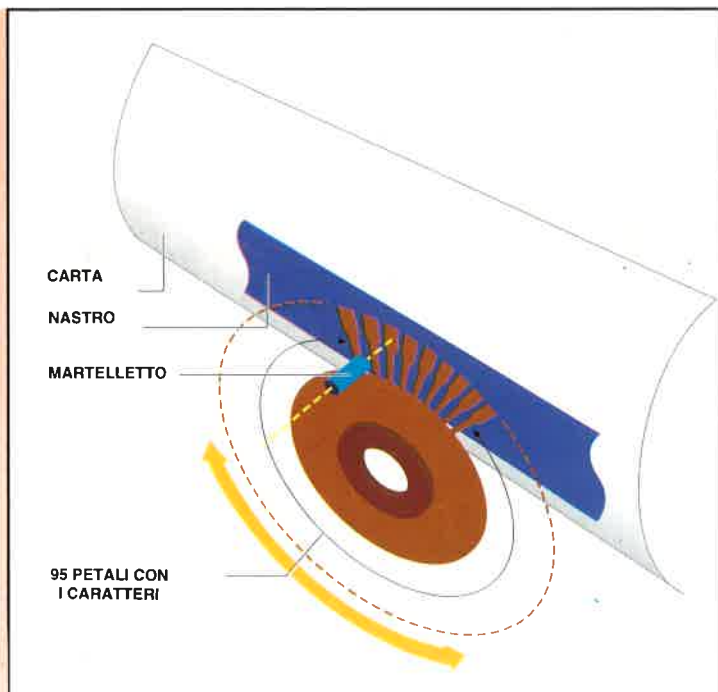
# LA STAMPANTE

**Una delle periferiche più utilizzate dagli utenti di personal computer è la stampante; di conseguenza è difficile trovare un PC al quale non sia collegato un simile dispositivo.**

La stampante, unitamente al monitor, è il mezzo di comunicazione con il PC più utilizzato dagli utenti.
Con questa periferica si ottengono copie su carta delle informazioni elaborate dal computer, e ciò la rende indispensabile sia a livello hobbistico che in campo professionale.
I modelli di stampanti disponibili in commercio informatico sono molti, ed ognuno di essi è stato studiato per un determinato tipo di impiego.
Le più utilizzate sono:
- *stampanti a margherita,*

*In commercio sono disponibili moltissimi modelli di stampanti*

*Sistema di stampa di una stampante a margherita; il carattere che deve essere stampato viene selezionato tra i vari petali della margherita*

- *stampanti a testina sferica,*
- *stampanti a matrice di punti,*
- *stampanti a getto di inchiostro,*
- *stampanti laser,*
- *ecc.*

## CARATTERISTICHE DELLA STAMPANTE

Le caratteristiche peculiari di una stampante dipendono essenzialmente dalle sue qualità di stampa:

- *lunghezza del carrello o lunghezza della carta:* si riferisce alla dimensione del foglio di carta che la stampante può accettare. I formati più comuni sono A3 e A4;
- *tipo di alimentazione della carta:* questo parametro è molto importante poiché molte volte la stampa di un file richiede più di un foglio, per cui è necessario che la stampante sia dotata di un alimentatore automatico per i fogli singoli oppure che possa utilizzare i moduli continui. Attualmente, la soluzione più comune prevede che le stampanti possano adattarsi alle due situazioni, anche se in alcuni modelli l'alimentazione dei fogli singoli deve essere eseguita manualmente;
- *sistema di trascinamento della carta:* questa operazione può essere eseguita in due diversi modi:
  * *per frizione,*
  * *per trazione,*

Quando si utilizzano fogli singoli o bobine di carta non perforata il meccanismo di trascinamento deve essere per frizione, e l'avanzamento della carta si ottiene per mezzo di due rulli che girano nel verso opportuno e attraverso i quali viene fatto passare il foglio.

Il sistema a trazione invece viene utilizzato con il classico modulo continuo, ai cui lati sono presenti due strisce dotate di fori perfettamente equidistanti nei quali si inseriscono i denti di due ruote dentate che, girando, fanno avanzare la carta;

- *velocità di scrittura:* è uno dei fattori che determinano la scelta di una stampante, poiché il suo valore influisce sul tempo impiegato dalla stampante per stampare un file. La

*La velocità di scrittura viene espressa in caratteri al secondo (CPS) o in linee al minuto*

*La porta Centronics è la più utilizzata per le stampanti*

*La stampante è dotata di alcune memorie di transito, chiamate "buffer", nelle quali vengono immagazzinati i dati che arrivano dal PC e che devono essere stampati*

velocità di scrittura viene espressa in caratteri al secondo (CPS) o in linee al minuto. Attualmente sono disponibili stampanti con velocità comprese tra 40 cps, come nel caso delle stampanti a margherita, e 1000 linee al minuto, per le più moderne stampanti laser;

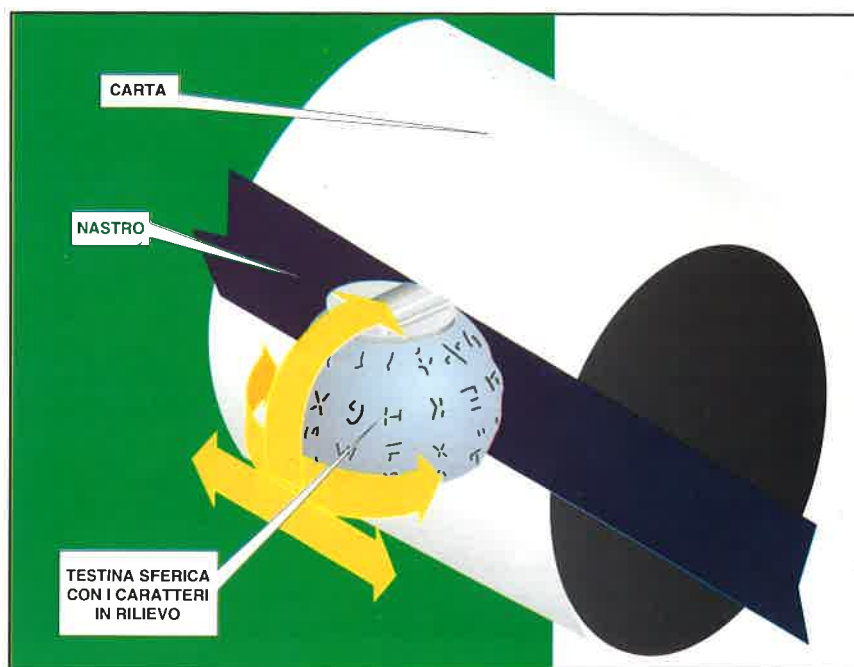
- *il buffer:* poiché il PC invia i dati ad una velocità superiore rispetto a quella di scrittura della stampante, tutte queste apparecchiature sono dotate di una specie di memoria di transito conosciuta con il nome di *buffer*. I dati che arrivano dal PC vengono immagazzinati in questa memoria, dalla quale il controllo della stampante li estrae nel modo opportuno per la stampa; quando il controller rileva che il buffer è pieno, comunica al PC di non inviare altri dati fino a nuovo ordine. In questo modo si ottiene una certa flessibilità nelle operazioni di stampa, consentendo al computer di svolgere contemporaneamente altre operazioni. La capacità di questo buffer, o memoria temporanea, è normalmente di circa 50 linee, anche se i costruttori stanno cercando di aumentare questo valore per velocizzare la comunicazione dei dati;

- *interfaccia con il PC:* è il sistema fisico o elettronico di comunicazione tra la stampante e il computer. Sono quattro i tipi principali di interfaccia seriali o paralleli:

  * *interfaccia Centronics:* è la più utilizzata, ed è di tipo parallelo. É formata da un numero standardizzato di linee di trasmissione, attraverso le quali il PC invia i dati da stampare dopo aver eseguito una richiesta di stampa, e dopo che la stampante, se ha il buffer vuoto, ha risposto di poter accettare i dati.Su queste linee viaggiano anche un segnale di rilevazione degli errori e un segnale di fine carta.
  * *interfaccia IEEE 488:* è un bus di comunicazione standardizzato di uso comune nel mondo della strumentazione elettronica da laboratorio;
  * *interfaccia RS-232:* sistema molto utilizzato, anche se in misura minore rispetto al Centronics, per mezzo del quale i dati sono inviati serialmente in accordo con il protocollo di comunicazione RS-232C.
  * *altre interfacce:* sono disponibili anche altri tipi di interfacce, come ad esempio il loop di corrente a 20 mA nel quale la trasmissione seriale viene effettuata sfruttando dei livelli della corrente elettrica, che sono però utilizzate per scopi particolari e, generalmente, non dal tradizionale utilizzatore di PC.

- *densità di caratteri per linea e densità di linee:* questo valore indica il numero di caratteri che possono essere stampati su di una linea; i valori più comuni sono 80 e 132 caratteri per linea. La densità di linee indica invece il massimo numero di linee per pollice.

- *tipi di caratteri:* per scrivere una stampante può utilizzare tipi o font di caratteri già presenti nel dispositivo, quali il Sanserif, il Courier, l'Orator e il Draft, che è il più comune. Attualmente sono disponibili programmi per PC che consentono

*Tutte le stampanti sono dotate di una memoria di transito conosciuta con il nome di "buffer"*

*Nelle stampanti a testina i caratteri sono incisi su una sfera metallica che colpisce un nastro inchiostrato*

Le stampanti a matrice di punti, a getto di inchiostro e laser consentono la stampa di grafici e disegni, e la loro caratteristica peculiare è costituita dalla *risoluzione*, che definisce la densità dei punti di stampa per pollice quadro; ad una maggior risoluzione corrisponde una migliore qualità di stampa, poiché il grafico risultante verrà trasferito sul foglio con una definizione migliore.

Altre caratteristiche che definiscono una stampante sono: il *tipo di carta* sulla quale è possibile stampare, *il numero di copie di carta carbone* impressionabili, ecc.

la scelta tra un gruppo molto vasto di possibili font, per cui questo parametro va perdendo parte della sua importanza.

- *la capacità grafica:* si tratta di una caratteristica che può determinare la scelta di una stampante, poiché alcune di queste non hanno la possibilità di stampare grafici o disegni (come ad esempio le stampanti a margherita o quelle a testina sferica).

*Testina di una stampante a matrice di punti*

*Le stampanti a matrice, a getto di inchiostro, laser permettono la stampa di grafici*

## Modelli di stampanti

Le stampanti disponibili attualmente in commercio possono essere classificate in due grandi gruppi: al primo appartengono tutte quelle apparecchiature che utilizzano il sistema *ad impatto* oppure *a percussione*, mentre al secondo appartengono le stampanti che sfruttano il *getto di inchiostro* e il *laser.*

Tra le stampanti ad impatto si ricordano:

- *stampanti a margherita,*
- *stampanti di linea,*
- *stampanti a banda,*
- *stampanti a testina sferica e a cilindro,*
- *stampate a matrice di punti.*

L'altro gruppo raccoglie una serie di stampanti costruite con tecnologie più complesse ed avanzate, come ad esempio:

- *stampanti a getto di inchiostro,*
- *stampanti a trasferimento termico,*
- *stampanti a tamburo magnetico,*
- *stampanti laser.*

*La stampante di linea è molto veloce, poiché stampa blocchi di linea in linea*

## LA STAMPANTE A MARGHERITA

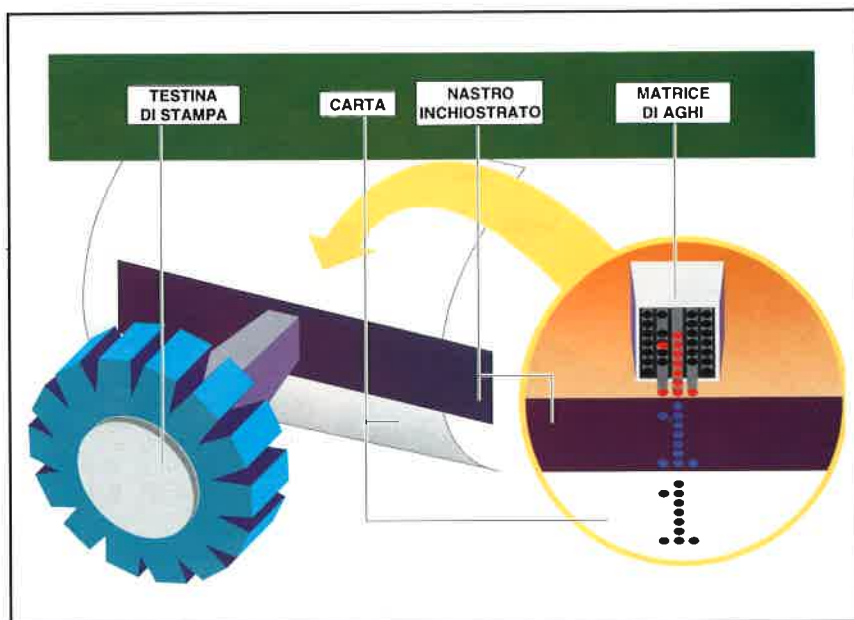
Il nome di questo tipo di stampante deriva dalla forma tipica della sua testina di stampa, che assomiglia ad una ruota con i rispettivi raggi che sono simili ai petali di un famoso fiore, la margherita, agli estremi dei quali sono presenti i diversi caratteri. Il principio di funzionamento è basato sullo spostamento e posizionamento controllato della testina a margherita; quando un determinato carattere deve essere stampato, il controllo fa ruotare la margherita finché questo non si trova nel punto preciso nel quale deve essere trasferito sulla carta. La scrittura dello stesso avviene per mezzo di un colpo che preme la testina contemporaneamente contro un nastro inchiostrato e la carta. Questo tipo di stampanti ha una qualità di scrittura eccellente, simile a quella di una macchina da scrivere. Ogni margherita ha un tipo di font unico per cui, se si desidera modificarlo, è necessario cambiare totalmente la testina.

## LA STAMPANTE DI LINEA

Questa stampante è caratterizzata dal fatto che stampa linee complete di caratteri; in altre parole, non stampa un carattere per volta come fanno le normali stampanti, ma un insieme di questi, tanti quanti ne può contenere una linea. La velocità di stampa di questo tipo di apparecchiature è molto elevata, per cui vengono utilizzate principalmente negli uffici e soprattutto nei centri di elaborazione dati.

## LA STAMPANTE A TESTINA SFERICA

Si tratta di una stampante molto simile alle classiche macchine da scrivere a testina. Le è stato dato il nome di stampante a testina sferica poiché per il trasferimento del testo sulla carta utilizza una sfera metallica sulla quale sono incisi i diversi caratteri di scrittura.
Il funzionamento è molto simile a quello delle stampanti a margherita, per cui anche in questo caso il carattere che deve essere stampato viene posizionato di fronte alla carta nell'esatta posizione di stampa; in quel momento la sfera metallica colpisce un nastro inchiostrato stampando il carattere desiderato. La qualità di stampa è molto buona, simile a quella di una macchina da scrivere.
Un altro sistema di stampa simile è quello sfruttato nelle stampanti a cilindro, con l'unica differenza

*La stampante a margherita ha una buonissima qualità di stampa, simile a quella di una macchina da scrivere*

*Sistema di azionamento degli aghi in una stampante a matrice*

che il cilindro sul quale sono incisi i caratteri non colpisce la carta da solo, ma viene a sua volta colpito da un martelletto.

## LE STAMPANTI A BANDA

Questa categoria di stampanti utilizza una specie di nastro di acciaio sul quale sono incisi i diversi caratteri. Questo nastro viene fatto girare a velocità molto elevata per posizionare i diversi caratteri in un punto nel quale è presente un martelletto, che lo colpisce trasferendo sulla carta il carattere desiderato. La qualità di stampa è simile a quella di una macchina da scrivere.

## LA STAMPANTE A MATRICE DI PUNTI

*La qualità di stampa è determinata dalla densità dei punti contenuti nella matrice che si trova sulla testina di stampa*

Le diverse stampanti esaminate finora funzionano con una tecnica chiamata *ad impatto*, ed alcune di queste sono ormai in disuso, a causa dello sviluppo tecnologico che ha subito questo campo e al fatto che non sono in grado di riprodurre grafici; questa è una lacuna inaccettabile poiché la grafica, sia abbinata ai testi che fine a se stessa, è ormai una caratteristica a cui nessuno vuole più rinunciare. Tra le stampanti che utilizzano ancora la tecnica ad impatto, ma sono in grado di stampare sia testi che grafici, si segnala la stampante a *matrice di punti* o ad *aghi*.

Questa stampante deve il suo nome al fatto che tutti i caratteri vengono generati partendo da una matrice di punti. La qualità di stampa è determinata dalla densità dei punti che può contenere la matrice presente sulla testina di stampa.

Quanto maggiore è la densità di punti della matrice, tanto maggiore è la qualità dei testi e dei grafici che vengono stampati.

La testina è costituita da un insieme di aghi che formano una matrice di punti; gli aghi vengono azionati per mezzo di un solenoide che, eccitandosi, spara verso un nastro inchiostrato quelli corrispondenti al carattere che deve essere stampato.

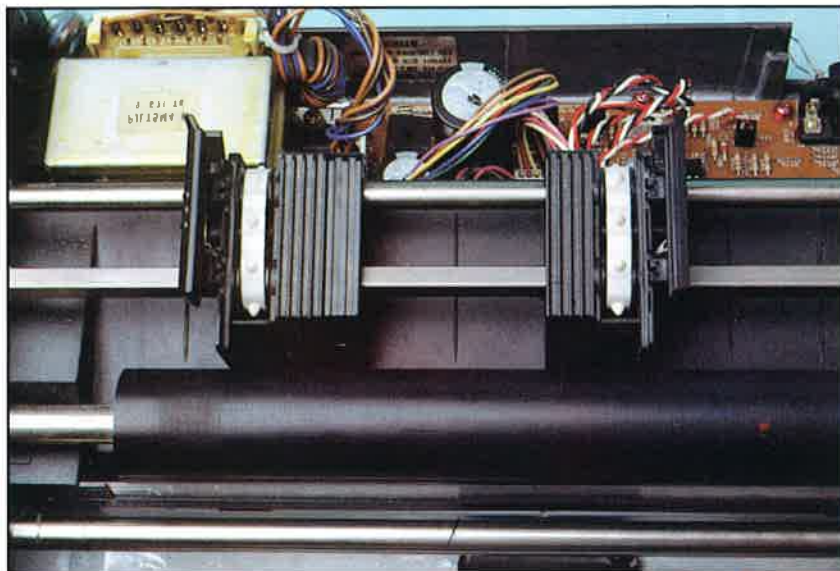
*Una cinghia dentata sposta la testina di stampa*

## *Specifiche tecniche delle stampanti a matrice di punti*

Quando si deve scegliere una determinata stampante a matrice bisogna considerare alcune specifiche tecniche della stessa, quali il formato di stampa, le diverse possibili dimensioni dei caratteri, la velocità di stampa e la dimensione e il tipo di carta che supporta. I formati di stampa che possono essere utilizzati dalla stessa stampante sono diversi, e tra questi si possono segnalare i seguenti:
- *alfanumerico:* questo tipo di formato richiede una matrice di 9 x 9 punti,
- *alfanumerico NLQ:* questo formato ha una risoluzione superiore al precedente, e richiede una matrice di 12 x 18 punti,
- *semigrafica:* è un formato consigliato per la stampa di grafici a bassa risoluzione; la sua testina ha una matrice di 9 x 12 punti,
- *formato grafico con immagine mappata tramite bit (o bitmap):* questo formato di stampa è predisposto per rappresentare grafici di buona qualità, e ciò è reso possibile grazie all'utilizzo di una testina formata da 8 o 9 punti in verticale e 480,, 960 o 1920 punti in serie per linea orizzontale.

Un'altra caratteristica di una stampante a matrice di punti che deve essere valutata attentamente è costituita dalla dimensione dei caratteri che si possono selezionare per ottenere i diversi formati dei testi e dei grafici.

Le stampanti a matrici consentono la selezione di diversi set di caratteri, che sono stati standardizzati in due grandi categorie:
- *set di caratteri IBM,*
- *set di caratteri Epson.*

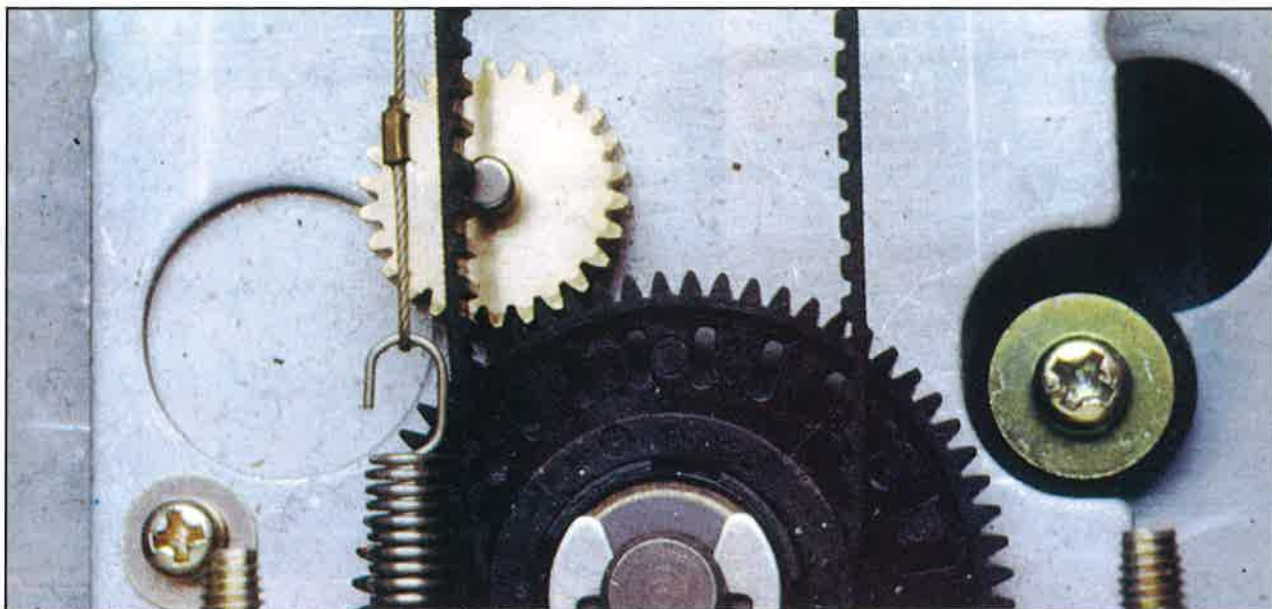
*Nastro inchiostrato di una stampante a matrice*

*Il rullo trascina il foglio di carta durante il processo di stampa*

Il gruppo di caratteri IBM comprende i due sottogruppi IBM1 e IBM2. Nella modalità Epson i gruppi di caratteri ammessi sono relativi a:
- *96 caratteri ASCII,*
- *caratteri ASCII corsivo,*
- *caratteri NLQ e NLQ corsivo,*
- *32 caratteri internazionali, internazionali italiani e internazionali NLQ.*

Anche le dimensioni dei caratteri stampabili da una determinata stampante sono diversi; i più comuni sono i seguenti:
- *normale:* questo tipo di carattere ha una dimensione di 2,12x2,8 mm (oppure espresso in pollici 0,083"x0,11"),
- *compressa:* 1,06x2,8 mm (0,042"x0,11"),
- *espansa:* 4,23x2,8 mm (0,167"x0,11"),
- *élite:* 1,76x 2,8 mm (0,07"x0,11"),
- *esponente/deponente:* 2,12x1,4 mm (0,083" x 0,055"),
- *modalità semigrafica:* 2,54x4,2 mm (0,1"x 0,16"),
- *qualità NLQ:* 2,33x2,98 mm (0,092"x0,117"),
- *NLQ espanso:* 4,66x2,98 mm (0,183"x0,117").

Un altro parametro che deve essere preso in considerazione quando si vuole acquistare una stampante a matrice di punti è la velocità di stampa; se è necessario svolgere le operazioni con una certa urgenza è necessario acquistare una stampante veloce.

In modalità pica la velocità di stampa corrisponde a 135 cps, mentre nella modalità NLQ è di 27 cps.

*Una caratteristica molto significativa delle stampanti a matrice è costituita dalla possibilità di selezionare dimensioni diverse dei caratteri*

*Le ruote dentate si adattano alle strisce presenti ai lati dei fogli di un modulo continuo, trascinando gli stessi*

In quest'ultimo caso la velocità è molto inferiore poiché la stampa avviene ad una risoluzione molto più elevata, che si ottiene solo ripetendo più passaggi sullo stesso carattere. Il numero di colonne per linea è funzione del tipo di carattere utilizzato per cui, con una larghezza di stampa di 203,2 mm, si possono ottenere i seguenti valori:
- *Pica:* massimo 80 colonne,
- *Pica espanso:* massimo 40 colonne,
- *Elite:* massimo 96 colonne,
- *Elite compresso:* massimo 160 colonne,
- *Elite espanso:* massimo 48 colonne,
- *Compresso:* massimo 132 colonne.

Il tipo di stampa in queste apparecchiature è generalmente bidirezionale, sia in modalità testo che in modalità grafica; questa condizione permette un aumento della velocità di stampa. Tuttavia, esistono alcune stampanti nelle quali la stampa avviene solo unidirezionalmente. Anche il tipo di alimentazione della carta potrebbe essere un fattore determinante per la scelta della stampante: è possibile scegliere tra il trascinamento ottenuto per mezzo di trattori regolabili o per frizione. Le stampanti più recenti possono supportare ambedue le modalità, per cui è possibile scegliere di volta in volta il tipo di carta che si desidera utilizzare. Se si deve lavorare con carta carbone, come quella utilizzata per le fatture o per le bolle di consegna, bisogna valutare quante copie è in grado di stampare contemporaneamente.

Un'ultima distinzione riguarda i formati della carta utilizzati, che richiedono la scelta tra una stampante a carrello lungo oppure una a carrello corto: il carrello corto può ospitare fogli con formato fino all'A4, oppure detto in altro modo può stampare fino ad 80 colonne, mentre il carrello lungo serve quando il formato carta è l'A3, corrispondente ad una stampa fino a 132 o 136 colonne.

*L'alimentatore per fogli singoli ha il compito di fornire alla stampante i fogli necessari*

*Una caratteristica importante è costituita dal tipo di alimentazione della carta, poiché è possibile scegliere tra il trascinamento a trattori regolabili o quello per frizione*

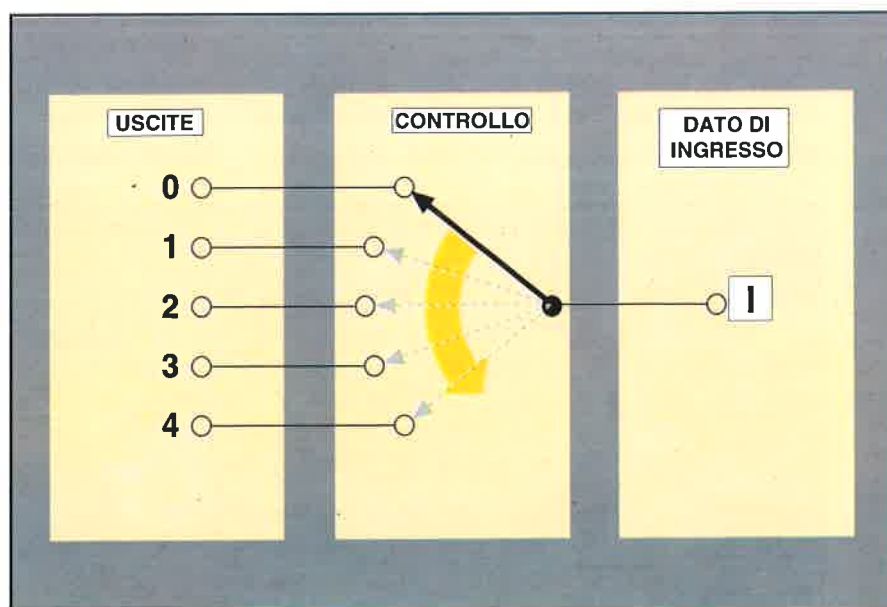
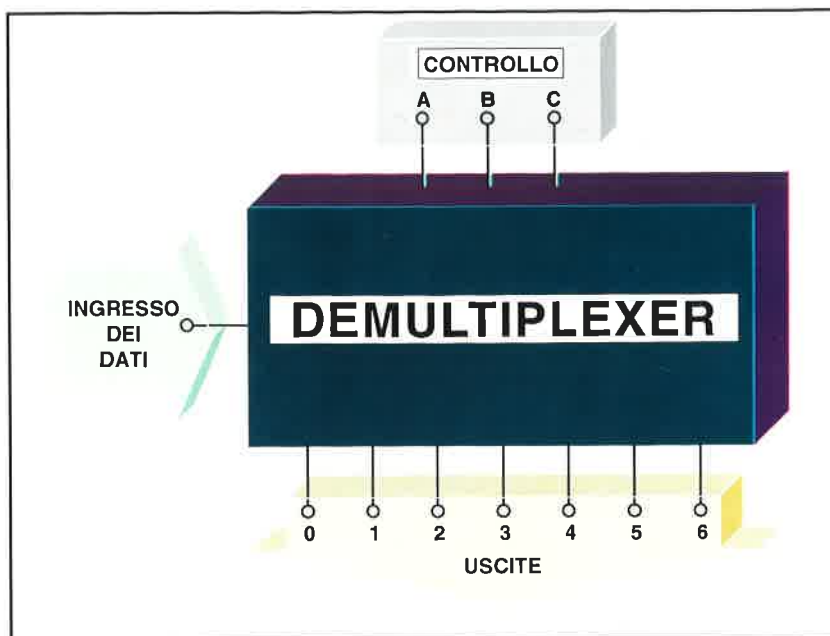
# I DEMULTIPLEXER

**Si è già detto nei capitoli precedenti che una delle applicazioni tipiche dei decodificatori era la loro trasformazione in circuiti digitali chiamati demultiplexer, ottenuta tramite la conversione di qualche segnale nella loro circuiteria interna.**

Il demultiplexer è un circuito destinato a trasmettere un segnale binario ad una determinata linea, scelta tramite un selettore tra quelle esistenti. Il dispositivo meccanico equivalente a un demultiplexer è un commutatore rotativo unipolare a tante posizioni quante sono le linee che si desiderano selezionare, come quello riportato nella figura corrispondente. Il selezionatore determina l'angolo di rotazione del braccio del commutatore.

Un decodificatore si può convertire in un demultiplexer semplicemente utilizzando una delle linee di abilitazione come linea di ingresso del dato. Gli altri terminali di abilitazione mantengono la loro funzione, e servono per selezionare l'uscita desiderata.

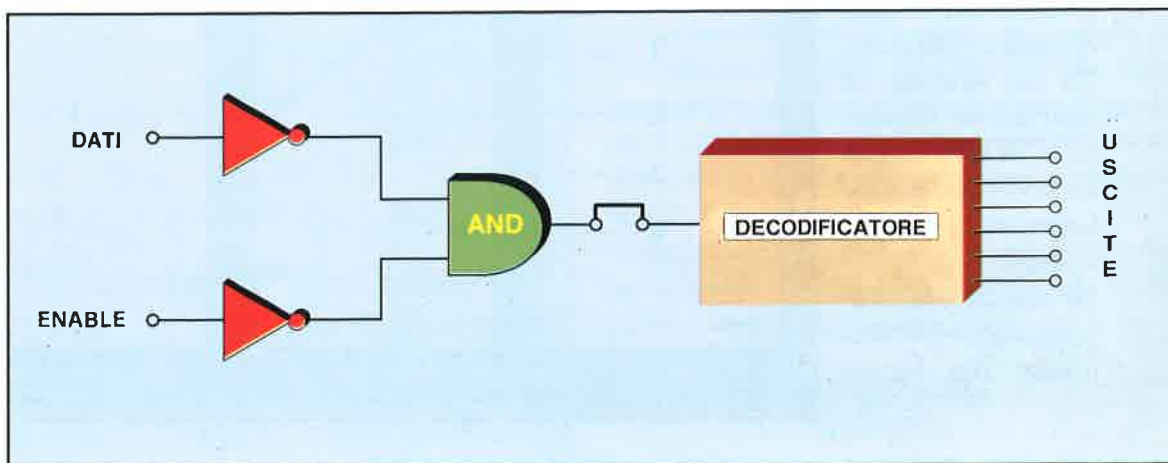
Per semplificare la descrizione si fa riferimento alla figura corrispondente; è possibile trasformare un codificatore in un demultiplexer dotato di un segnale di abilitazione o *enable*, utilizzando un circuito composto da una porta AND e due porte NOT collegate in cascata, i cui ingressi corrispondono al segnale di abilitazione stesso e al dato che si desidera trasmettere. Se l'ingresso di enable vale 0, l'uscita della porta AND corrisponde al dato stesso; ciò significa che il dato compare sulla

*L'equivalente meccanico di un demultiplexer è un selettore con un ingresso e diverse uscite*

*Un demultiplexer è dotato di un ingresso dati, di alcuni segnali di controllo, e delle linee di uscita*

funzione della combinazione dei valori logici presenti sugli ingressi di controllo.
Dalla definizione data si può facilmente comprendere come qualsiasi decodificare che abilita solamente una delle diverse uscite di cui è dotato (*commutatore* ), e provvisto di ingresso di enable, può comodamente essere utilizzato come demultiplexer; in questo caso gli ingressi del codice possono essere utilizzati come ingressi di controllo mentre il segnale di abilitazione può essere adibito ad ingresso per i dati. Al contrario, i decodificatori del tipo BCD-

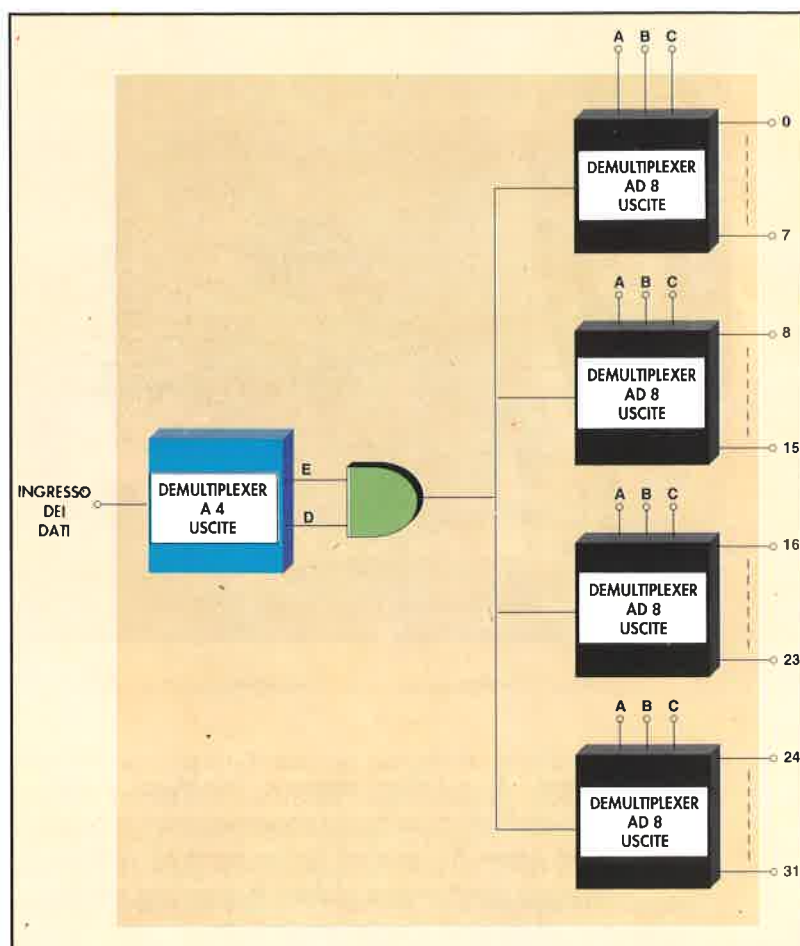
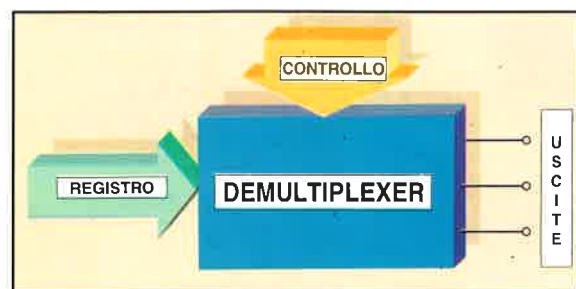
linea con il codice opportuno. Se l'ingresso di enable vale 1 l'uscita della porta AND vale sempre 0, per cui la trasmissione dei dati viene inibita e le uscite del decodificatore non vengono modificate.
Volendo analizzare sotto un altro aspetto quale è il comportamento di un demultiplexer, si può notare che questo circuito svolge la funzione contraria a quella realizzata dai multiplexer: è infatti dotato di un solo ingresso dati che, tramite alcuni ingressi controllo, viene commutato verso una delle diverse uscite. L'uscita selezionata è

sette segmenti, che forniscono diverse uscite per ciascuna delle combinazioni presenti in ingresso (*convertitori di codice* ), non possono essere utilizzati come demultiplexer. In pratica non esistono circuiti integrati demultiplexer, ma vengono utilizzati dei circuiti decodificatori/demultiplexer, che in realtà sono decodificatori con ingresso di abilitazione *enable* o *strobe*. Di seguito viene esaminato il funzionamento di un decodificatore come demultiplexer, e a tale scopo si fa riferimento ad un decoder a tre ingressi A, B e C e ad otto linee di uscita, come può essere il circuito integra-

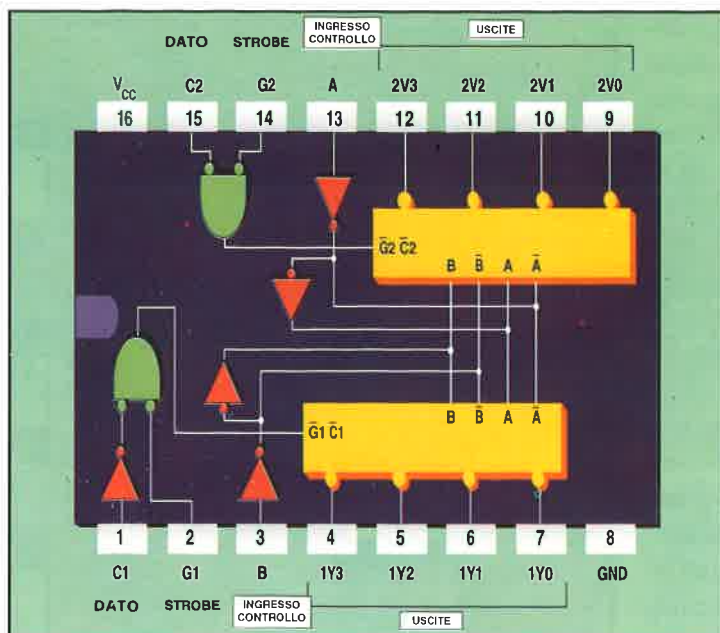
*Per convertire un decodificatore in un demultiplexer bisogna utilizzare una porta AND e due invertitori*

to '138. Si supponga di applicare agli ingressi la combinazione logica 101, corrispondente ad A-/B-C; quando si commuta ad 1 l'ingresso di enable sull'uscita 5 è presente uno 0 mentre le altre uscite sono tutte ad 1. Se invece all'ingresso di enable viene applicato uno 0 sia l'uscita 5 che tutte le altre sono ad 1. Ciò significa che il dato in ingresso viene trasferito in forma complementata all'uscita corrispondente alla combinazione logica di ingresso (101 = 5) quando il dispositivo viene abilitato dal segnale di enable; questa però è proprio la funzione che deve svolgere un demultiplexer. La famiglia dei demultiplexer comprende diversi tipi di dispositivi con caratteristiche differenti, molti dei quali sono ampiamente utilizzati all'interno dei PC. Di seguito verranno descritti quelli più comuni.

## DEMULTIPLEXER DA 4 A 16 LINEE

Se un valore corrispondente a un numero decimale che supera il 9 viene applicato agli ingressi di un demultiplexer, l'ordine viene rifiutato, per cui sulle 10 uscite è presente il livello logico 1.
Se si desidera selezionare una delle 16 possibili linee di uscita, bisogna ampliare il sistema con altre 6 porte AND, che permettono di sfruttare completamente i 16 codici realizzabili con 4 bit binari.
Il demultiplexer da 4 a 16 linee è dotato di quattro linee di selezione, 16 linee di uscita, un ingresso di enable, un ingresso dati, una linea di massa e un'altra di alimentazione; complessivamente sono necessari 24 terminali per cui, a livello integrato, deve essere incapsulato in un contenitore tipo DIL 24. Esistono comunque demultiplexer da 2 a 4 e da 3 a 8 linee incapsulati individualmente.

*Una delle applicazioni tipiche dei demultiplexer è costituita dal trasferimento dei dati da un registro*

*Per realizzare un demultiplexer con un numero di linee superiore a 16 bisogna combinare diversi tipi di demultiplexer a 2, 4, 8 o 16 linee. In questa figura è schematizzato un demultiplexer a 32 linee*

## DEMULTIPLEXER CON UN ELEVATO NUMERO DI LINEE

Se le uscite sono superiori a 16 si utilizzano demultiplexer da 16, 8, 4 o 2 linee, come quelli esaminati in precedenza, disposti in cascata in modo da ottenere il numero di uscite desiderato. Ad esempio, per un demultiplexer a 32 linee si può utilizzare un demultiplexer a 4 linee che pilota quattro demultiplexer a 8 linee, come indicato nella figura corrispondente.
Come si può osservare, il numero di uscite complessivo è dato dal prodotto del numero di linee di ogni demultiplexer per il numero di demultiplexer: 8 * 4 = 32. Le linee da 0 a 7 vengono decodificate dal primo demultiplexer, mentre il secondo decodifica le otto successive, e così via.
I segnali di controllo del demultiplexer sono

*Schema di collegamento di un demultiplexer da 2 a 4 linee*

cinque, di cui due vengono inviati al primo demultiplexer a quattro bit per selezionare uno dei quattro demultiplexer ad otto bit, mentre gli altri tre arrivano direttamente ai demultiplexer ad otto bit per selezionare l'uscita desiderata.
Ad esempio, se si vuole attivare la dodicesima linea, corrispondente ad Y11, i segnali di controllo che devono essere applicati devono avere la combinazione binaria 01100; in questo modo i primi due (01) servono per selezionare il secondo decoder ad otto bit che pilota le linee di uscita 8-15, mentre gli altri tre (100) selezionano la quarta uscita di quel demultiplexer, corrispondente ad Y11. Si può notare però che se si codifica il numero decimale 12 in binario, si ottiene il valore 01100, che corrisponde proprio alla combinazione fornita sugli ingressi di controllo.
La combinazione citata come esempio, o altre equivalenti con un numero di linee di uscita superiore a 16, si possono ricavare utilizzando delle combinazioni di circuiti integrati diversi, come ad esempio uno pilota con due linee di uscita e due server con sedici linee di uscita, oppure utilizzando un numero inferiore di demultiplexer e creando una rete logica esterna opportuna con porte AND per il loro controllo. La scelta dipende quasi esclusivamente da considerazioni di costo complessivo del dispositivo.

*Realizzazione con porte logiche di un decodificatore/demultiplexer da 2 a 4 linee*

## APPLICAZIONI DEI DEMULTIPLEXER

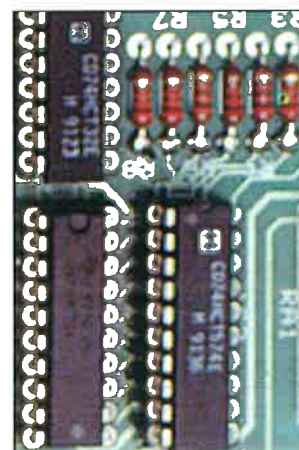
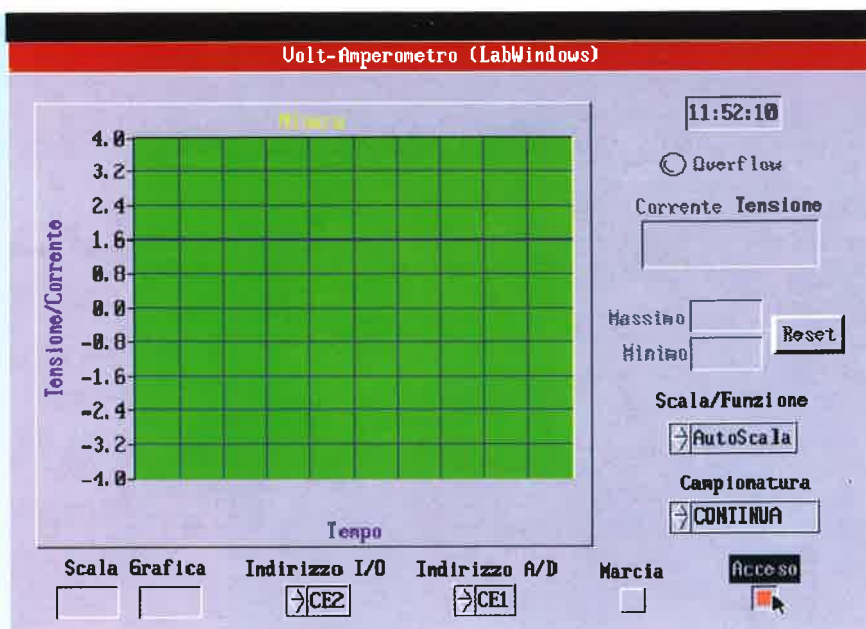
Il trasferimento dell'informazione è una operazione basilare in qualsiasi sistema digitale. Anche se i particolari interni di un registro, il modo con il quale viene trasferita l'informazione al registro dall'esterno, e come esce da questo verso l'esterno verrà esaminato successivamente, si può già dire che l'impiego dei multiplexer e dei demultiplexer è fondamentale nel processo di trasferimento di dati tra registri.
In funzione del valore assunto dal segnale di controllo viene selezionato l'ingresso che deve essere trasferito all'uscita del multiplexer. Quando viene applicato l'impulso di trasferimento, il segnale di uscita del multiplexer viene trasferito al registro.
Analogamente si può progettare il circuito demultiplexer a più bit, come indicato nella figura corrispondente.

# PROGRAMMA DI CONTROLLO PER IL VOLTMETRO

**Qualsiasi dispositivo hardware collegato al computer richiede un programma di controllo che ne consenta la gestione. In questo capitolo viene presentato il software necessario per l'impiego del voltmetro, con tutte le opzioni utili per ottenere da questo strumento di misura il massimo rendimento.**

*In questo capitolo viene descritto il funzionamento del programma di controllo per il voltmetro*

n questo capitolo viene descritto il funzionamento del programma di controllo per il voltmetro, necessario per poterlo gestire al meglio e ottenere da questa realizzazione il massimo rendimento possibile.

Verranno inoltre ripresi alcuni temi che erano stati lasciati in sospeso, come la regolazione dei potenziometri delle due schede che compongono il

*Questo è il pannello di controllo che appare quando si lancia il programma di gestione, con i comandi di selezione attivati e le funzioni di misura disattivate*

circuito. Si è preferito trattare questo argomento dopo aver terminato la realizzazione pratica dei circuiti, poiché l'esecuzione di questa operazione richiede l'utilizzo del programma allegato.
Per rendere ancora più semplice e comprensibile la regolazione, questa verrà esaminata e descritta dopo che il lettore avrà avuto modo di chiarirsi tutti i dubbi relativi al software di gestione.
Gli elementi minimi ed indispensabili che si possono richiedere ad un programma per la gestione di un voltmetro sono costituiti da un indicatore sul quale leggere il valore della misura eseguita e da un commutatore di scala che permetta di impostare la scala di misura o la funzione che si desidera eseguire. Questi controlli sono disponibili sul pannello di controllo, assieme ad altri comandi che servono per semplificare la gestione dello strumento con il computer.

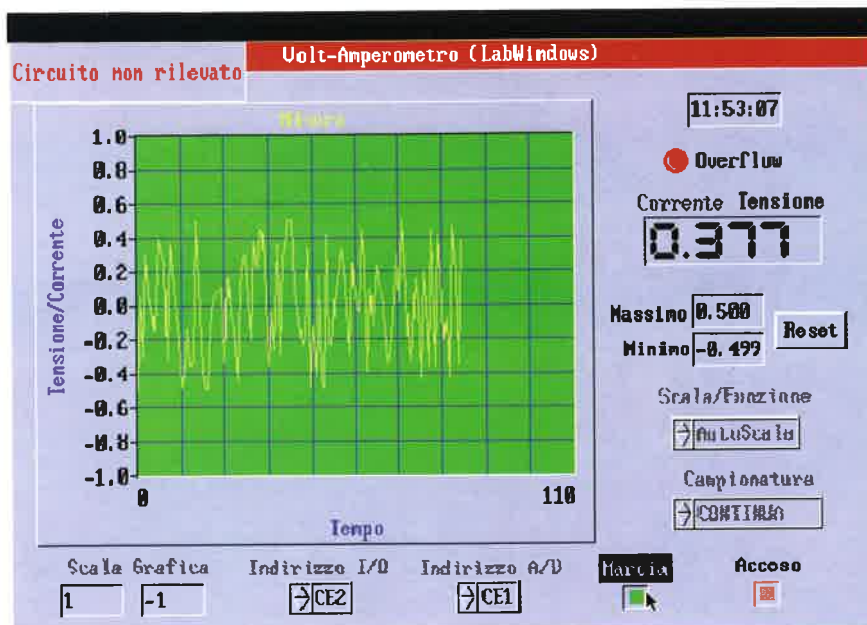
## IL PROGRAMMA DI CONTROLLO

*Prima di collegare definitivamente il circuito, è consigliabile studiare il programma*

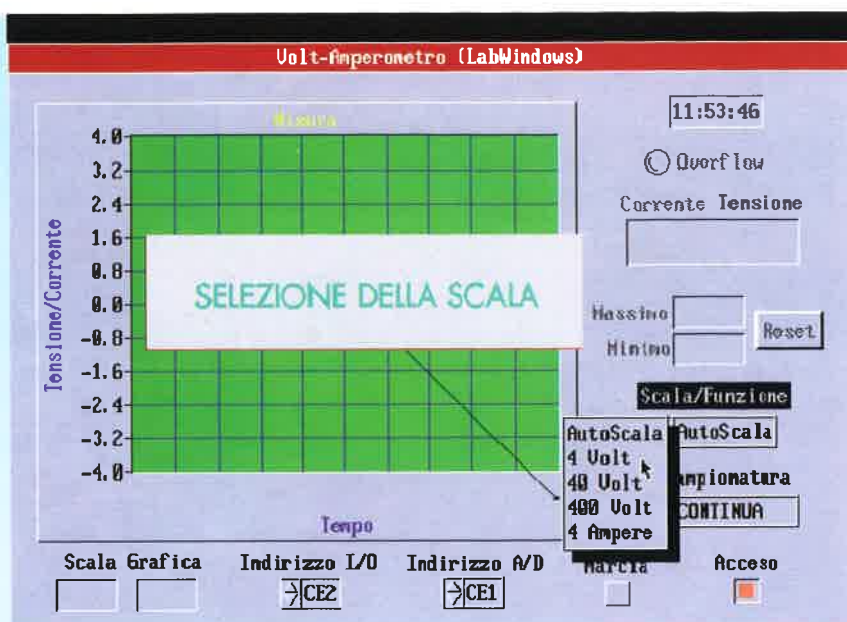
Prima di collegare definitivamente il circuito è consigliabile familiarizzare con il programma di controllo. Per avere i chiarimenti necessari è sufficiente seguire le istruzioni descritte successivamente senza utilizzare i circuiti oppure, se si desidera svolgere questa fase con il dispositivo collegato è opportuno, per precauzione, non applicare nulla ai puntali di misura.
Probabilmente ciò che più colpisce del pannello di controllo è il suo aspetto, più simile a un oscilloscopio che ad un voltmetro. Questo fatto non deve però trarre in inganno il lettore, poiché è semplicemente dovuto ad una integrazione grafica della misura, con la quale è possibile osservare la rappresentazione del segnale che si sta rilevando su di un diagramma cartesiano, nel quale l'asse X corrisponde al tempo e l'asse Y all'ampiezza del segnale. In pratica però, questa è proprio la situazione che si verifica esattamente in un oscilloscopio. La differenza sostanziale che esiste rispetto a questo strumento è costituita dalla base dei tempi.
In un oscilloscopio si possono visualizzare segnali che avvengono in brevissimi periodi di tempo, mentre con la grafica di questo programma possono essere visualizzati solo segnali la cui durata occupa uno spazio di tempo maggiore. A parte questo dettaglio però, il principio su cui si basa la rappresentazione grafica è lo stesso.
Quando si lancia il programma, tutti i comandi e i controlli appaiono sullo schermo disattivati o con la relativa finestra di selezione vuota. Ciò è dovuto al fatto che il circuito è teoricamente scollegato o, detto in altro modo, che non è controllato dal programma. In questa condizione potrebbe essere pericoloso collegare i puntali di misura al circuito che si vuole verificare poiché, non essendo attivo nessun controllo sul dispositivo, i relè si possono attivare o disattivare in modo casuale e imprevedibile, oppure potrebbe risultare collegata la resistenza da 1 Ω necessaria per le misure di corrente. Se si verifica quest'ultima situazione, la conseguenza più immediata è un cortocircuito sul dispositivo che si sta misurando dovuto a questa resistenza, con possibile danneggiamento di qualche componente. Dopo aver valutato e compreso pienamente i consigli appena forniti, è possibile accendere il pannello di controllo; per eseguire questa operazione è necessario spostare il cursore del mouse sul comando di accensione e cliccare su di esso. In questo modo una parte dei controlli

e dei comandi cambia colore per indicare che è stata attivata. Quando un comando è disattivato la sua indicazione alfanumerica è ombreggiata, mentre se è attivo il suo colore diventa più scuro ed intenso; questa condizione permette di capire facilmente quali sono i comandi attivi in ogni istante, e su quali è possibile agire.

Dopo questo chiarimento si può procedere con l'analisi del funzionamento del pannello di controllo. Inizialmente bisogna selezionare gli indirizzi ai quali sono state impostate la scheda di I/O e quella del convertitore A/D (voltmetro). Questi valori possono corrispondere ad una qualsiasi delle tre opzioni disponibili, purché rispettino l'imposta-zione realizzata tramite i ponticelli di selezione degli indirizzi presenti su quelle schede.

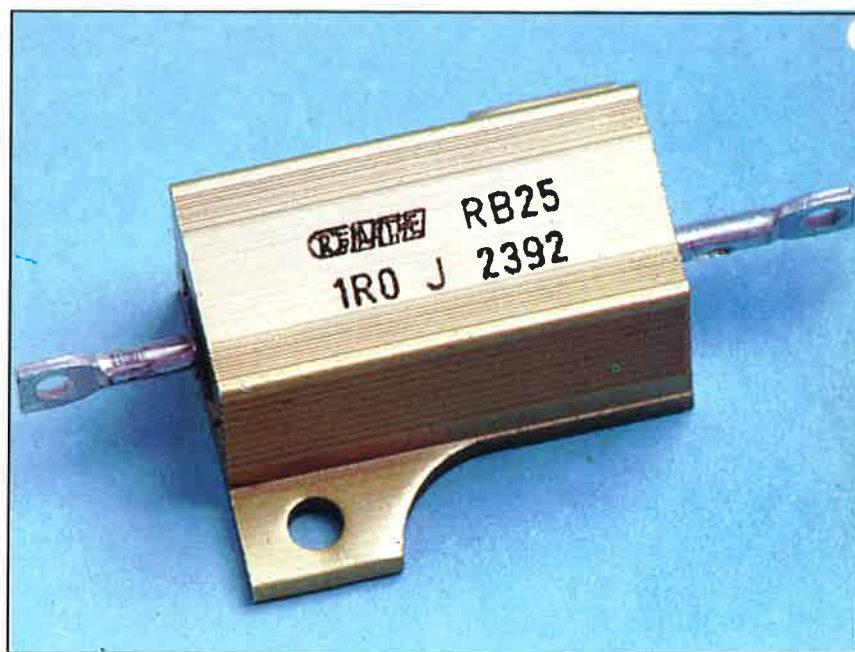
É molto importante ricordare che questi indirizzi non devono coincidere, per cui se si occupa un certo indirizzo con la prima scheda la seconda deve essere impostata ad uno dei due rimanenti. Il programma per default è impostato a CE2 per la scheda I/O (ponticello sulla posizione centrale), e a CE1 per il voltmetro (ponticello in posizione 1); è comunque possibile variare queste impostazioni a proprio piacimento. Nel caso siano già corretti gli indirizzi di default non bisogna modificare nulla. Se però è necessario cambiarli, allora è possibile farlo in due modi. Il primo è quello di cliccare con il mouse sulla freccia inferiore o superiore posta a lato della finestra relativa agli indirizzi; ogni volta che si clicca il valore selezionato cambia e il nuovo valore viene visualizzato nella finestra stessa.

*Quando il circuito non è collegato, o presenta qualche anomalia, il programma genera un messaggio per indicare che il circuito non è stato rilevato*

*I cavi per il collegamento delle schede dovranno essere simili a quello illustrato*

*Probabilmente ciò che maggiormente richiama l'attenzione del pannello di controllo è il suo aspetto, più simile a quello di un oscilloscopio piuttosto che a quello di un voltmetro*

*Per impostare la funzione che si vuole eseguire è presente un menu a tendina, sul quale è possibile selezionare cinque diverse scale, compresa quella di corrente*

Cliccando direttamente sulla finestra invece, appare un menu a tendina con elencati tutti gli indirizzi selezionabili, che possono essere scelti semplicemente evidenziandoli con il mouse. Per selezionare l'indirizzo del convertitore A/D si deve procedere allo stesso modo. Un altro comando molto importante è il selettore Scala/Funzione. Con questo commutatore è possibile selezionare quattro possibili scale per le misure di tensione: 4 V fondo scala, 40 V, 400 V, e Autoscala. In quest'ultimo caso la scala viene selezionata automaticamente in funzione della misura che si sta eseguendo. Inoltre, è possibile selezionare tramite lo stesso commutatore la scala per misurare delle correnti fino ad un massimo di circa 4 ampere.
Ogni volta che si esegue una misura è necessario impostare la scala più opportuna. Dopo aver fatto questa selezione, i valori dell'asse Y del grafico si adeguano automaticamente all'impostazione scelta per la misura, in modo che la rappresentazione risulti proporzionale al valore misurato. Il comando di campionatura è molto simile alla base dei tempi di un oscilloscopio. Sono disponibili 11 opzioni, da 1 minuto a 4 settimane, che corrispondono al tempo impiegato dalla traccia per percorrere tutto lo schermo grafico, partendo dalla sinistra dello stesso ed arrivando all'estrema destra; è presente anche l'opzione *CONTINUA*, con la quale è possibile adeguare la rappresentazione grafica alla velocità del computer e del convertitore A/D. Un'applicazione pratica della funzione di campionatura potrebbe essere l'osservazione visiva diretta della carica o della scarica di una batteria in un tempo determinato. Infatti, mettendo sotto carica per alcune ore una batteria scarica, è possibile vedere il modo in cui aumenta la tensione ai suoi capi selezionando un tempo di campionatura di 6 o 12 ore. Allo stesso modo si può osservare la curva di scarica di una batteria a cui è applicato un carico. Prima di avviare il circuito di misura bisogna eseguire un'ultima regolazione relativa alla rappresentazione grafica. Nell'angolo inferiore sinistro sono presenti due finestre etichettate come

*Quando si lancia il programma, sul video appaiono tutti i comandi e i controlli ombreggiati o con la finestra di selezione vuota*

*La resistenza di derivazione per le misure di corrente viene installata esternamente al circuito stampato e deve essere ad alta tensione*

*SCALA GRAFICA*. Con queste è possibile impostare l'intervallo di rappresentazione sul grafico, tenendo presente che con la finestra sinistra si seleziona il valore superiore del grafico e con la destra quello inferiore, e che quello superiore deve essere sempre più positivo di quello inferiore; quest'ultima è l'unica limitazione richiesta da questo tipo di impostazione. In questo modo è possibile inquadrare la rappresentazione nel punto più opportuno rispetto al tipo di misura che si sta eseguendo, "zoomando" sull'asse positivo o su quello negativo. L'impostazione di questi valori deve essere eseguita da tastiera; il primo dato da introdurre è quello relativo al valore superiore, mentre il secondo corrisponde al valore inferiore.

*La selezione dei tempi di campionatura consente di visualizzare le variazioni di tensione o di corrente che si verificano durante il periodo di tempo impostato*

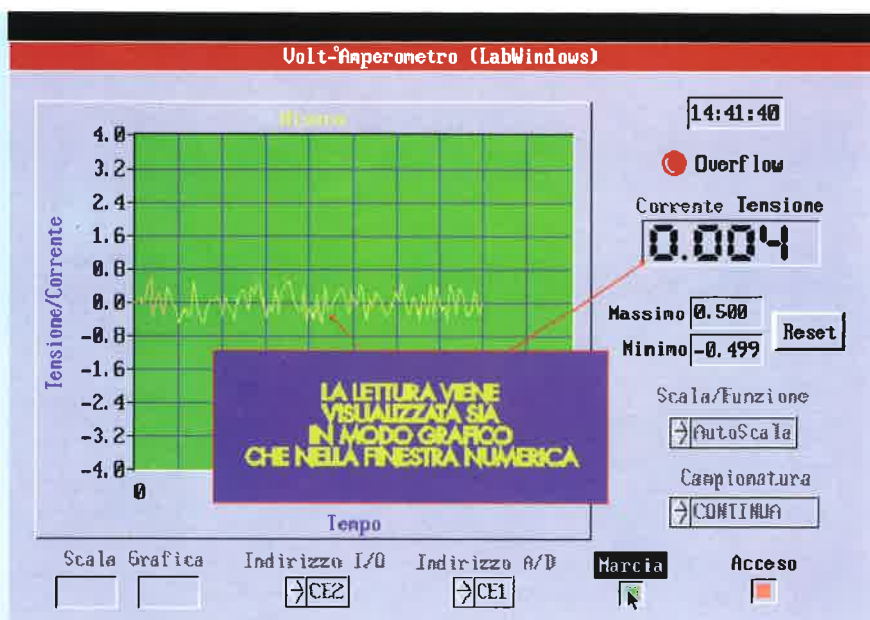
Lo spostamento tra finestre si ottiene con il tasto TAB o con il cursore del mouse, mentre la conferma dei dati, e perciò la modifica della scala sullo schermo, avviene premendo il tasto ENTER. É importante ricordare che la scala di misura non ha nulla a che fare con quella di rappresentazione impostata con questi valori. Se la scala di misura è impostata su "Autoscala", quando il valore rilevato si avvicina al fondo scala di 4 V oppure 40 V il grafico si adatta automaticamente; ciò significa che l'utilizzo dell'opzione *SCALA GRAFICA* diventa significativa solo se la misura è stata impostata con una scala a valore fisso.

Dopo aver eseguito tutte queste regolazioni si può avviare il circuito, e a tale scopo si deve cliccare con il mouse sul pulsante *MARCIA*: tutti i controlli descritti in precedenza si disattivano, mentre si attivano quelli necessari durante la misura. A questo punto si possono verificare due diverse situazioni, in funzione del fatto che il circuito sia o meno collegato correttamente.

Se la selezione degli indirizzi è sbagliata, se il circuito non funziona correttamente, o più semplicemente se non è collegato, appare sul lato superiore sinistro dello schermo un messaggio che indica la non rilevazione del circuito, e l'indicatore visualizza una misura aleatoria compresa tra + 0,5V e -0,5V; in caso contrario il processo di misura inizia direttamente. Questa modalità di funzionamento è dovuta al fatto che il programma, prima di partire con il processo di misura, esegue una piccola verifica che richiede una risposta positiva da parte del circuito. Quando quest'ultimo non fornisce la risposta corretta, il programma presuppone che non sia presente o che si sia verificato qualche errore o anomalia.

Se il circuito è correttamente collegato invece, e non si osserva nessuna anormalità nel funzionamento, il valore numerico della misura appare nella finestra superiore, di dimensioni maggiori rispetto alle altre. Al di sopra della finestra sono riportate le notazioni *Corrente* e *Tensione*, che risultano attive o meno in funzione del tipo di misura che si sta eseguendo. L'indicazione numerica è indipendente dal tempo di campionatura selezionato, ma è funzione esclusiva della velocità del calcolatore e del convertitore A/D.

Al di sopra della finestra per l'indicazione numerica del valore rilevato è presente un LED rosso che indica la condizione di sovraccarico o overflow; questo si accende quando la scala fissa selezionata viene superata dal valore presente all'ingresso del voltmetro, oppure quando si seleziona l'opzione autoscala e il valore misurato supera i 409,5V, siano questi positivi o negativi. In condizioni normali bisogna fare in modo che la luce non resti accesa a lungo, poiché anche se il circuito è stato progettato per supportare i sovraccarichi, se questi persistono per lungo tempo potrebbero provocare dei danni irreversibili.

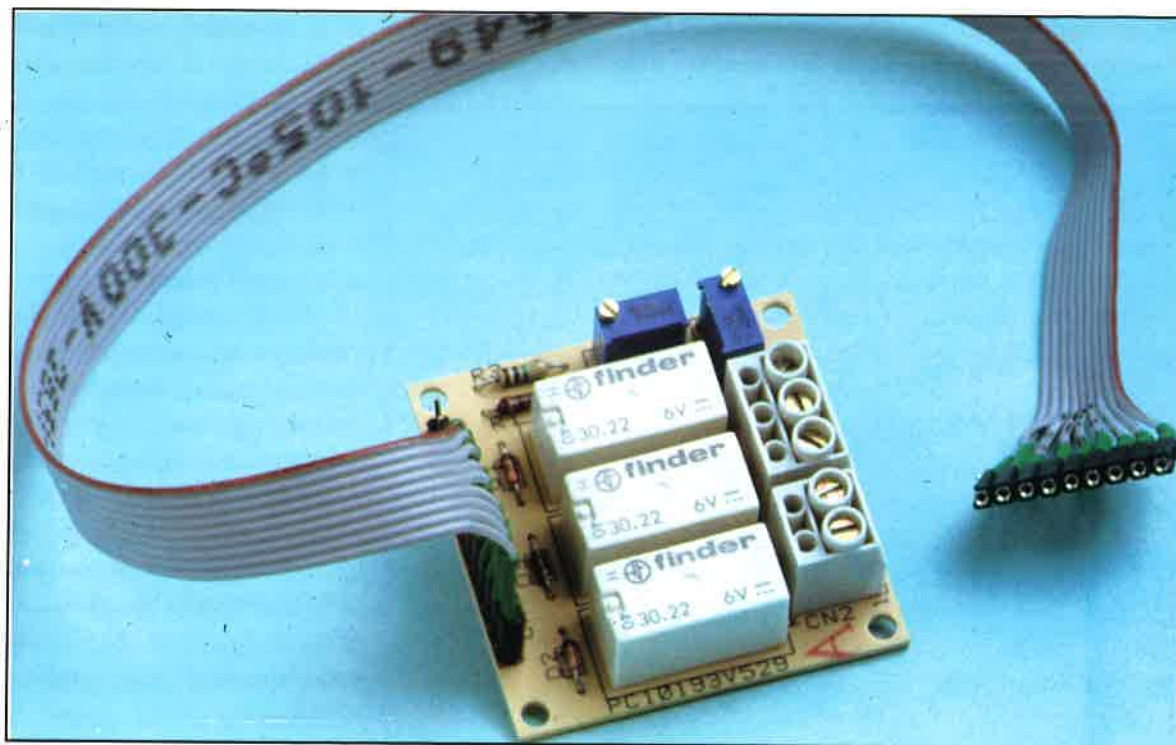
*La prima cosa che si deve fare è spostare il cursore del mouse sul pulsante di "Accensione" e cliccare*

*La finestra nella quale viene rappresentato il valore numerico della tensione misurata è più grande delle altre per mettere in risalto l'importanza dell'indicazione riportata*

A di sotto dell'indicatore del valore numerico sono presenti altre due finestre etichettate con *MASSIMO* e *MINIMO*. In queste finestre vengono indicati i valori massimo e minimo assoluti che sono stati misurati; ciò significa che non viene considerata la polarità del segnale rilevato, ma solamente il valore più positivo e più negativo. Alla destra di questi indicatori si trova un pulsante di *RESET*, che serve per annullare le indicazioni suddette e ripristinare la rilevazione dei nuovi valori massimo e minimo. Quando si esegue un reset, la prima indicazione fornita in queste finestre corrisponde ai primi nuovi valori rilevati, poiché dopo la reinizializzazione la prima misura corrisponde forzatamente ai valori massimo e minimo assoluti rilevati fino a quell'istante.

In questa situazione non è possibile variare le impostazioni eseguite in precedenza, poiché i relativi comandi sono disattivati; per poterli riattivare è sufficiente cliccare sul pulsante *MARCIA*. In questo modo la misura viene interrotta e i comandi di selezione vengono nuovamente abilitati per permettere l'effettuazione di nuove selezioni. Dopo aver eseguito le modifiche, per riprendere la misura bisogna premere nuovamente sul pulsante di *MARCIA*.

A questo punto il lettore dovrebbe essere in grado di gestire il programma senza problemi, per cui può utilizzare il voltmetro a proprio piacimento per ricavarne le massime prestazioni.

*Quando un comando è disattivato la sua indicazione è ombreggiata, mentre se è attivo il suo colore è più scuro; in questo modo è possibile sapere in qualunque momento quali sono i comandi sui quali si può agire*

*Scheda per la commutazione delle scale con uno dei cavi di collegamento inseriti*

## PRIMA DEL COLLAUDO

Prima di passare alla fase di collaudo è necessario eseguire alcune verifiche di routine. Bisogna tener presente che il dispositivo completo comprende quattro schede, per cui è molto importante eseguire il loro collegamento correttamente. Si consiglia pertanto di ricontrollare questo punto verificando che lo schema di connessione corrisponda a quelli riportati nelle figure dei fascicoli precedenti.
Sempre con riferimento alle figure dei fascicoli interessati, bisogna controllare che i cavi di collegamento non siano stati invertiti, errore molto comune e estremamente pericoloso per il circuito.
Al termine è possibile collegare la resistenza di derivazione della corrente, nel caso non lo si sia ancora fatto.
Se si desiderano misurare correnti particolarmente elevate, è opportuno eseguire una modifica al circuito per essere certi che questa corrente non generi problemi. Per evitare che la corrente misurata circoli attraverso il circuito stampato, bisogna eliminare il puntale di misura per la corrente collegato al terminale 3 del connettore CN1, e mantenere quello per la misura di tensione e quello comune sui terminali 1 e 2. I terminali del cavo che trasporta la corrente da misurare, che ovviamente deve essere di sezione opportuna, devono essere saldati direttamente sui terminali della resistenza da 1 Ω; i terminali di quest'ultima devono a loro volta essere collegati al connettore CN2 come in precedenza.
In questo modo la corrente che si desidera misurare circola esclusivamente attraverso i cavi di misura e la resistenza, evitando possibili problemi sul circuito stampato.

*La scala di misura può essere impostata al valore più idoneo per ottenere la rappresentazione più significativa della misura*

## REGOLAZIONE DEL CIRCUITO

Le operazioni di regolazione sono molto semplici. Inizialmente bisogna selezionare la scala di misura fissa con *4 V* di fondo scala, e applicare i puntali di misura in un punto in cui la tensione sia stabile, precisa e possibilmente di valore noto; questo valore dovrebbe essere di circa 3 V, ma un qualunque valore che non superi i quattro volt è accettabile. In questa condizione l'indicatore può rappresentare un valore del tutto casuale, anche superiore ai 4 V. Bisogna allora agire sul potenziometro multigiri R2 presente sulla scheda di conversione A/D finché il valore riportato sul pannello di controllo coincide esattamente con quello effettivo della misura. La precisione di misura per questa scala è di 1 mV, mentre per le altre scale corrisponde a valori multipli di 10. Ad esempio, si può dire che la precisione relativa alla scala *40 V* è di 10 mV, mentre per quella *400 V* è di 100 mV.
A questo punto la scala *4 V* è già regolata. Il passo successivo consiste nella regolazione della scala *40 V*. Per poterla eseguire bisogna selezionare la scala fissa *40 V* e, misurando la stessa tensione nota del caso precedente, agire sul potenziometro R4 presente sulla scheda per la commutazione delle scale finché il valore rappresentato sul pannello di controllo coincide quasi perfettamente con quello effettivamente misurato moltiplicato per 10 (si ricorda che in questa scala viene persa l'ultima cifra dei millivolt).
Infine, selezionando la scala *400 V* e misurando nuovamente la tensione di valore conosciuto, è possibile agire sul potenziometro R2 presente sulla scheda di commutazione fino ad ottenere la lettura corretta (corrispondente al valore effettiva-

*Gli indirizzi delle due schede non devono mai coincidere*

mente misurato moltiplicato per 100). Queste operazioni possono essere ripetute anche con altri valori di tensione per ottenere una regolazione fine del dispositivo. Al termine si possono eseguire diverse misure di tensioni note per verificare la correttezza dello strumento.

Come si è potuto osservare, non è necessario eseguire alcuna regolazione per la scala della corrente. Infatti, come già detto in precedenza, la lettura di corrente viene direttamente effettuata sulla scala *4 V*.

Per la corrente la precisione di misura è determinata dalla precisione della resistenza di derivazione: tanto minore è la tolleranza della resistenza tanto maggiore risulta la precisione della misura.

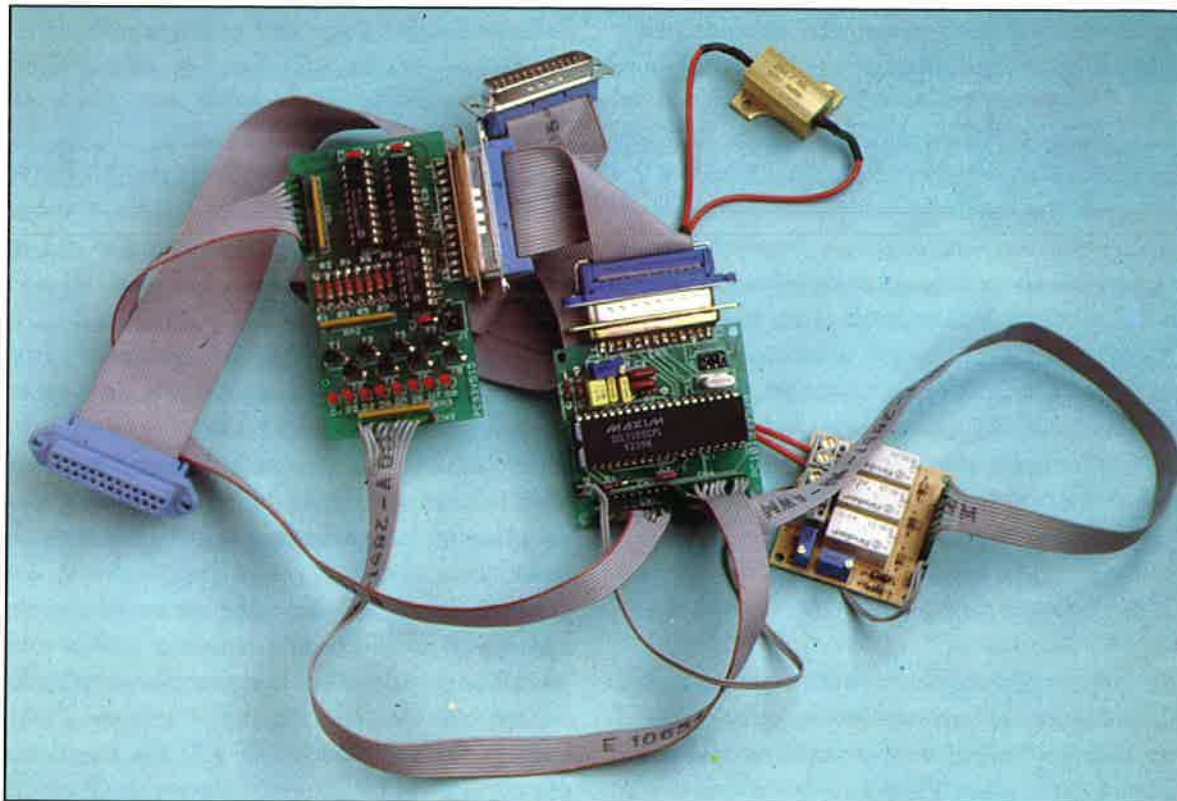
### ALGORITMO DI MISURA

Per coloro che desiderano sviluppare un proprio software viene descritto il funzionamento del sistema di misura del convertitore A/D, che rappresenta la parte più complessa della realizzazione. Per fare in modo che il circuito integrato ICL7109 converta il segnale analogico in una lettura di tipo digitale vengono utilizzati due dei suoi terminali di controllo, il terminale 26 *RUN* e il terminale 2 *STATUS*.

Su questi è necessario poter leggere e scrivere direttamente, per cui viene impiegata anche la scheda di I/O. Per prima cosa si deve scrivere un 1 logico sul terminale RUN.

Bisogna poi attendere che il terminale STATUS commuti a livello logico alto e successivamente a livello logico basso.

Al termine di queste operazioni iniziali bisogna impostare un livello logico 0 sul terminale RUN, in modo da bloccare la misura per poter leggere in successione il byte basso e il byte alto rispettivamente.

*Il dispositivo completo con le diverse schede collegate tra di loro; da queste esce il cavo che deve essere collegato alla scheda per la decodifica degli indirizzi*

*La precisione della misura è di 1 mV per la scala "4 V"; per le scale successive il fattore di precisione è un multiplo di 10*